

基于客流分布规律的轨道交通客运组织优化路径探析

戚帅豪 刘玥临

郑州交通发展投资集团有限公司 河南 郑州 450000

摘要:城市轨道交通客流在时间、空间、方向及类型维度上呈现显著的差异化分布规律,运力配置与客流需求之间存在明显失衡,制约了运营效率与服务质量。本文系统分析了轨道交通客流的时空集聚、潮汐演变及类型分化特征,诊断了运力供需错配、车站组织低效、信息服务滞后及服务同质化等核心问题。在此基础上,从行车组织、车站客运、信息服务及差异化服务四个维度提出优化路径,构建动态化、精准化的客运组织体系,为提升轨道交通运营管理水平与乘客出行体验提供理论参考。

关键词:轨道交通;客流分布规律;客运组织;优化路径

引言:随着城市轨道交通线网规模持续扩展,客流结构日趋复杂,传统“一刀切”式客运组织模式已难以匹配多元化出行需求。客流在时段、空间、方向及类型上的差异化特征日益凸显,运力供需失衡、服务供给错配等问题突出,严重影响运营效率与乘客体验。本文基于客流时空分布、潮汐演变及类型分化规律,系统诊断当前客运组织存在的运力配置失衡、车站组织低效、信息服务滞后及服务同质化等问题,并从行车组织、车站客运、信息服务及差异化服务四方面提出优化路径,以期对轨道交通客运服务提质增效提供参考。

1 轨道交通客流分布规律分析

1.1 时间分布规律

轨道交通客流具备显著的时序波动特征,整体呈现规律性的时段、日期与季节差异化分布特点。从单日时段来看,客流高度集中于早晚通勤高峰,早高峰多集中在7:00-9:00,晚高峰集中在17:00-19:00,该时段客流占据全日客流总量的60%以上,其余平峰时段客流密度大幅降低,夜间低谷时段客流趋近于最低值。从日期维度区分,工作日客流稳定性强、峰值特征突出,以通勤出行为主;周末及节假日客流峰值平缓、持续时间更长,出行目的以休闲、购物、出游为主。季节层面受气候、学生寒暑假等因素影响,夏冬两季客流略有回落,春秋两季客流相对稳定。这种不均衡的时间分布,导致轨道交通运力在高峰时段紧张饱和、平峰时段资源闲置,是客运组织动态调整的核心依据。

1.2 空间分布规律

轨道交通客流空间分布存在明显的圈层差异与站点层级分化特征,整体呈现出核心区域高度密集、外围区域相对稀疏的空间格局。城市核心商圈、政务中心、交通枢纽及大型居住区周边站点,属于客流核心集聚区域,

站点日均客流量大、进站客流持续性强,且换乘站点因多线交汇,客流集聚效应尤为显著,是全线客流的主要承载节点与运营关键控制点^[1]。城市近郊及远郊站点客流相对稀疏,多以单向通勤客流为主,客流基数较小且波动幅度有限。不同线路之间的客流分布差异十分明显,贯穿城市主轴、连接核心功能区的主干线路客流饱和度高,支线及延伸段客流利用率明显偏低,运力配置与实际需求存在较大偏差。线路各区间的客流分布极不均衡,核心城区区间客流满载率远超外围区间,高峰时段极易出现局部拥堵、客流堆积等现象,直接影响全线运营效率与乘客出行体验,对行车组织与客运服务提出了更高要求。

1.3 方向分布规律

轨道交通客流方向分布具有典型的潮汐式特征,与城市职住分离的空间格局高度契合。工作日早晚高峰的方向差异性最为突出,早高峰时段客流主要从城市外围居住区向市中心商务区、办公区单向集聚,进城方向客流满载率大幅高于出城方向,双向客流差值悬殊;晚高峰客流方向完全反转,以市中心向城郊居住区疏散客流为主,出城方向成为客流主导方向。平峰时段双向客流分布相对均衡,潮汐特征基本消失,客流流向更具随机性。周末及节假日客流方向无明显单向性,多呈现双向均衡、多点分散的流动特点,主要流向商圈、景区、交通枢纽等休闲出行目的地。这种潮汐式方向分布,易造成高峰时段单向运力不足、反向运力闲置的问题,是行车组织优化的重要参考因素。

1.4 客流类型特征

结合出行目的、出行人群及出行频次,轨道交通客流可划分为通勤客流、休闲客流、通学客流、商旅客流四大核心类型,各类客流特征差异显著。通勤客流作为

核心主体,占全日客流总量的55%以上,出行时间固定、频次稳定、规律性极强,出行时段高度集中于早晚高峰,出行路径固定且对轨道交通忠诚度较高。通学客流以学生群体为主,集中在上学、放学时段出行,工作日规律性明显,周末及寒暑假期间基本消失。休闲客流多集中在周末及节假日,出行时段分散、持续时间较长,无固定通勤时段约束,出行随机性较强。商旅客流主要集中在火车站、机场、商圈等枢纽站点,客流波动受节假日、商务活动等因素影响较大,具有突发性强、停留时间短等特征。不同类型客流在出行需求上存在显著差异,对轨道交通差异化客运服务体系的构建提出了明确的针对性要求。

2 基于客流规律的客运组织问题诊断

2.1 运力配置与客流不匹配问题

结合轨道交通客流时空及方向分布规律,当前运力配置与实际客流需求存在显著的结构失衡问题。高峰时段客流高度集中,现有列车编组、发车频次难以匹配瞬时大客流需求,核心线路、核心区间列车满载率超标,车厢拥挤、乘客滞留站台的现象频发,大幅降低出行舒适度与通行效率^[2]。而平峰及低谷时段,为控制运营成本,发车频次大幅降低,导致运力冗余过剩,列车空载率、低载率偏高,造成运力资源浪费。针对客流潮汐分布特征,现有运力多采用双向均衡配置模式,未根据单向高峰客流差异动态调整,出现高峰单向运力紧缺、反向运力闲置的矛盾。另外,城郊支线与主干线路运力衔接不足,外围站点客流集聚后无法快速疏导,局部运力缺口问题突出。

2.2 车站客流组织低效问题

依托客流空间集聚与时段波动特征,当前多数轨道交通车站客流组织模式固化,整体运行效率偏低。核心枢纽站点、高峰时段站内客流流线混乱,进站、安检、检票、换乘通道等关键节点客流交叉拥堵,缺乏针对性的客流疏导方案,瞬时大客流堆积时易出现秩序混乱问题。车站客流疏导人员配置固定,未根据客流高峰、低谷的动态变化弹性调配,高峰时段人手不足、疏导力度不够,平峰时段人员闲置,人力资源配置不合理。同时,部分车站站内设施布局不合理,扶梯、楼梯、通道通行能力与客流规模不匹配,客流疏散速度滞后于客流集聚速度。外围小型车站则存在客流组织冗余、设施利用率低的问题,整体客流组织缺乏差异化、动态化的管控机制。

2.3 信息服务滞后问题

当前轨道交通客运信息服务体系,无法适配客流动态变化规律与多元客流出行需求,存在明显的滞后性短板。高峰时段客流密集,车站列车到站、晚点、客流拥

堵等实时信息更新不及时、推送不精准,乘客无法提前预判出行耗时,易造成站内滞留、盲目聚集。面向不同客流类型的信息服务缺乏针对性,通勤客流关注的班次时效、休闲客流关注的站点周边配套、商旅客流关注的枢纽换乘衔接等个性化信息供给不足。信息传播渠道单一,站内公示屏、广播播报内容固化,移动端实时客流预警、拥堵路段提示等便民服务不完善。突发大客流、临时运营调整场景下,信息发布滞后、传播不全面,乘客无法快速调整出行方案,进一步加剧客流组织压力。

2.4 客流类型与服务的错配问题

轨道交通现有客运服务模式趋于同质化,未贴合不同类型客流的出行特征与核心需求,存在显著的服务错配问题。针对占比最高的通勤客流,其高效、准时、快速通行的核心需求未被充分满足,高峰时段排队拥堵、通行耗时过长,通勤出行效率大打折扣。对于学生通学客流,车站未设置专属通行通道、便民引导服务,上下学时段学生客流集中易引发秩序问题^[3]。面向周末节假日的休闲客流,站点周边游玩、购物、出行换乘的配套指引服务缺失,乘客出行体验不佳。针对商旅客流的短时换乘、快速集散需求,缺乏高效的换乘引导、行李便民服务等配套设施。同质化的服务模式无法适配各类客流的差异化需求,难以发挥轨道交通精准服务、优质服务的运营优势。

3 基于客流规律的客运组织优化路径

3.1 行车组织优化路径

基于轨道交通客流在时空与潮汐上的深层分布规律,必须构建一套动态化、精准化的行车组织优化体系,以从根本上破解运力供需失衡的难题。针对时段客流的显著差异,应实行精细的分时段发车机制。在早晚通勤高峰,通过加密发车频次、大幅缩短行车间隔,最大限度提升高峰期的运力供给;而在平峰及低谷时段,则合理降低发车密度,有效减少运力资源的闲置与浪费。面对常态化的客流潮汐特征,需全面推行不对称行车组织模式。在高峰时段,重点加大进城或出城单向高峰方向的运力投放,同时灵活调整反向列车的编组规模与运行频次,从而平衡双向运力的利用率,避免“一边挤不上、一边空荡荡”的现象。还需优化线路间的运力衔接,强化主干线与支线、城郊线路的班次匹配度,切实解决外围区域客流集散不畅的问题。结合节假日、大型赛事活动等特殊场景的突发客流特征,运营方应提前制定周密的临时行车方案。通过加开临时列车、开行区间接驳列车等方式,精准匹配突发性大客流需求,全面提升行车组织的科学性与高效性,最终实现降本增效与乘客出行体

验的双重提升。

3.2 车站客运组织优化路径

结合车站客流空间集聚特征与时段波动规律,从流线优化、人员调配、设施升级三方面系统优化车站客运组织效率。首先,科学重构车站客流流线,对安检、检票、换乘、出站等关键节点实施分区分类管控,高峰时段开启全部通行通道并设置单向循环通行流线,有效避免客流交叉对冲与拥堵,显著加快客流集散速度。其次,建立弹性人员调配机制,根据工作日、周末、高峰、低谷等不同时段的客流差异,动态调整疏导、安保、服务人员配置方案,高峰时段增派人员值守关键瓶颈点位,强化现场客流疏导与秩序管控能力。最后,持续优化车站硬件设施配置,升级扶梯、通道等通行设施运行效率,在大客流站点增设临时导流设施与等候区域,针对小型闲置站点精简冗余设施,实现车站资源的高效利用与动态适配,构建灵活响应客流变化的车站组织体系。

3.3 信息服务优化路径

围绕不同时段、不同类型客流的多元化出行需求,构建全方位、精准化、动态化的轨道交通信息服务体系。全面升级站内信息发布系统,实现列车到站时间、晚点动态、客流拥堵状况、临时管控措施等信息的实时更新与滚动播报,通过站内显示屏、广播系统、新媒体平台等多渠道同步推送,保障乘客随时掌握最新出行动态。针对差异化客流需求,定制专属信息服务内容,为通勤客流精准推送高峰班次安排、拥堵预警等实用信息,为休闲及商旅客流推送站点周边配套、换乘衔接方案、出行攻略等个性化内容。同时搭建移动端客流查询平台,开放实时站内客流密度、行车间隔、拥堵路段查询功能,引导乘客提前规划路线、错峰出行。完善突发场景信息发布机制,遇大客流聚集、运营调整等情况时第一时间发布公告,引导乘客合理调整出行方案,有效缓解客流组织压力。

3.4 差异化服务优化路径

依托通勤、学生、休闲、商旅等各类客流的出行特征差异,打造分层分类、精准适配的差异化客运服务体

系,系统解决客流需求与服务供给错配问题。针对通勤客流,聚焦高效出行核心需求,优化高峰时段通行流程,在重点站点开通通勤快速通道,减少安检排队与候车等候时间,切实保障通勤出行时效。针对学生通学客流,在校园周边站点设置学生专属通行通道,安排专人现场引导,规范通学时段客流秩序,保障学生出行安全^[4]。针对休闲出游客流,节假日期间优化站点周边文旅景点、商圈指引服务,增设咨询岗位、发放出行指南,提升休闲出行体验。针对商旅客群,在交通枢纽站点增设行李寄存、便捷换乘、快速咨询等便民服务,满足短时集散出行需求。通过精准匹配不同客流群体的核心诉求,打破传统同质化服务局限,全面提升轨道交通客运服务质量与乘客满意度。

结束语

轨道交通客流在时间、空间、方向及类型上的差异化分布规律,是客运组织优化的核心依据。本文通过系统分析客流特征,诊断了运力供需失衡、车站组织低效、信息服务滞后及服务同质化等突出问题,并从行车组织、车站客运、信息服务及差异化服务四个维度提出了系统性优化路径。未来,应进一步结合大数据与人工智能技术,深化客流预测与动态调度研究,推动轨道交通客运组织向智能化、精细化方向持续演进,全面提升运营效率与乘客满意度。

参考文献

- [1]石庄彬,刘小庆,钱乾,等.基于面板数据分析的城市轨道交通网络客流影响规律研究[J].都市快轨交通,2025,38(2):46-52.
- [2]蒋政,吕希奎,刘新华.城市轨道交通客流大数据可视化方法研究[J].城市轨道交通研究,2026,29(3):174-179.
- [3]李旭,程晓明.南京轨道交通客流时空分布特征分析[J].城市轨道交通研究,2022,25(10):47-52.
- [4]饶传坤,朱铖扬,翟端强.基于轨道交通客流的城市通勤特征与职住关系研究——以杭州市为例[J].现代城市研究,2025(2):16-23.